Clifton Scannell Emerson Associates

Nota tecnica sul percorso esterno dell'alta tensione

Schumacher - Milano DC

Apto

Cliente: Apto

Data: 18 luglio 2025

Numero di lavoro: 24_004

CONSULTING ENGINEERS

Civil Engineering | Structural Engineering | Transport Engineering | Environmental Engineering | Project Management | Health and Safety

Clifton Scannell Emerson Associates Limited,
Ingegneri consulenti, 3˚piano The Highline, Bakers Point,
Dun Laoghaire, Contea di Dublino, Irlanda A96 KW29

Scheda di controllo del documento

Nome del progetto:	Schumacher - DC Milano
Numero progetto:	24_004
Titolo del rapporto:	Nota tecnica sul percorso esterno dell'alta tensione
Nome del file:	RPT-24_004-008

Rev	Stato della pubblicazione	Data	Preparato	Verificato
1	VIA	25.09.2025	BL	PM

Indice

1 Introduzione 4
1.1 Descrizione dello sviluppo 4
2 Inquadramento programmatico 5
2.1 PGT del comune di Lacchiarella 5
2.2 Considerazioni conclusive relative agli aspetti programmatici 8
3 Inquadramento progettuale 8
3.1 Piano generale 8
3.2 Metodologia di costruzione 10
4 Inquadramento ambientale 13
4.1 Descrizione del sito 13
4.2 Idrografia e Idrogeologia 13
4.3 Terreno di scavo 21
4.4 Impatti potenziali 21

Elenco delle figure

Figura 2-1: Estratto della Tavola RP.01 “Carta della disciplina delle aree” – Piano delle Regole del PGT del comune di Lacchiarella 6

Figura 2-2: Estratto della Tavola DA.02 “Vincoli gravanti sul territorio comunale “– Documento di Piano del PGT del comune di Lacchiarella 7

Figura 3-1: Piano del tracciato dell'alta tensione 9

Figura 3-2: Sezioni e posizioni dei fori 10

Figura 4-1: Fiumi e canali 14

Figura 4-2: Misura della quota piezometrica – Soggiacenza al P.C. 16

Figura 4-3: Andamento medio della piezometria superficiale 17

Figura 4-4: Sezione idrostratigrafica con andamento nord-sud 18

Figura 4-5: Classe di fattibilità geologica 20

1 Introduzione

Il presente rapporto fornisce una descrizione preliminare dei lavori di connessione elettrica necessari per l'installazione sotterranea di una linea elettrica ad alta tensione (HV) e delle infrastrutture ausiliarie per l'alimentazione del nuovo Schumacher Data Centre Campus a Lacchiarella, Milano, Italia.

Il presente rapporto integra inoltre lo studio di impatto ambientale esistente per il progetto, incorporando le integrazioni richieste e le valutazioni aggiuntive relative alla gestione del suolo, all'impatto sui terreni agricoli e alla scelta del tracciato. Tali integrazioni fanno parte del processo di approvazione ambientale in corso per la prima fase di attuazione del progetto, in linea con i quadri normativi locali e i requisiti di pianificazione.

Nello specifico, i lavori di collegamento elettrico prevedono la costruzione di una linea elettrica sotterranea da alta tensione per collegare la nuova sottostazione Schumacher con la sottostazione elettrica Terna Lacchiarella, coprendo una distanza di circa 930 metri. Il tracciato di collegamento è stato progettato con l'obiettivo di ridurre al minimo l'impatto ambientale e garantire la sicurezza operativa e pubblica durante la costruzione e l'esercizio. A tal fine, saranno utilizzate tecniche quali la trivellazione orizzontale controllata (TOC) e lo scavo mirato, con il ripristino completo di tutte le aree interessate alle condizioni originali al termine dei lavori.

Il documento identifica graficamente e quantifica tutte le aree soggette a trasformazione, specifica le zone temporaneamente e permanentemente interessate e valuta sia l'impatto della costruzione che quello operativo sul suolo, sulle attività agricole e sull'ambiente circostante. Particolare attenzione è rivolta alla riduzione al minimo del disturbo dei suoli naturali, alla salvaguardia dei terreni agricoli attivi, al mantenimento dei corsi d'acqua e alla garanzia che il progetto sia in linea con i requisiti di protezione ambientale e infrastrutturale.

1.1 Descrizione dello sviluppo

Lo sviluppo proposto consiste in 5 edifici per data center, una sottostazione HV, generatori, un impianto di raffreddamento, aree di stoccaggio del gasolio, serbatoi sprinkler, stazioni di pompaggio e opere accessorie, per una superficie coperta totale di circa 7,5 ettari (circa il 28% della superficie totale del sito).

Nell'ambito del progetto proposto, esistono diverse aree pubbliche al di fuori dei confini del progetto che devono essere sviluppate al fine di rispettare il piano regolatore generale della regione e i requisiti stabiliti nel Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR). Queste aree comprendono un'area paesaggistica esterna ai confini orientali e settentrionali del sito con un percorso pedonale e una pista ciclabile all'interno di un'area densamente piantumata. Altri lavori esterni comprendono la sistemazione paesaggistica all'interno del demanio pubblico e della strada, un'area di parcheggio pubblico adiacente all'ingresso del complesso e la piantumazione lungo i canali che corrono a sud-ovest e nord-ovest del sito.

2 Inquadramento programmatico

Ai fini della verifica della coerenza delle ipotesi progettuali con gli strumenti di pianificazione territoriale è stato analizzato il Piani di Governo del Territorio (PGT) del comune interessato dall' ipotesi di tracciato, ovvero il solo comune di Lacchiarella. Nel PGT sono recepiti gli indirizzi e le prescrizioni dei piani sovraordinati ed il territorio è rappresentato ad una scala di più facile consultazione rispetto alla tipologia di progetto proposto.

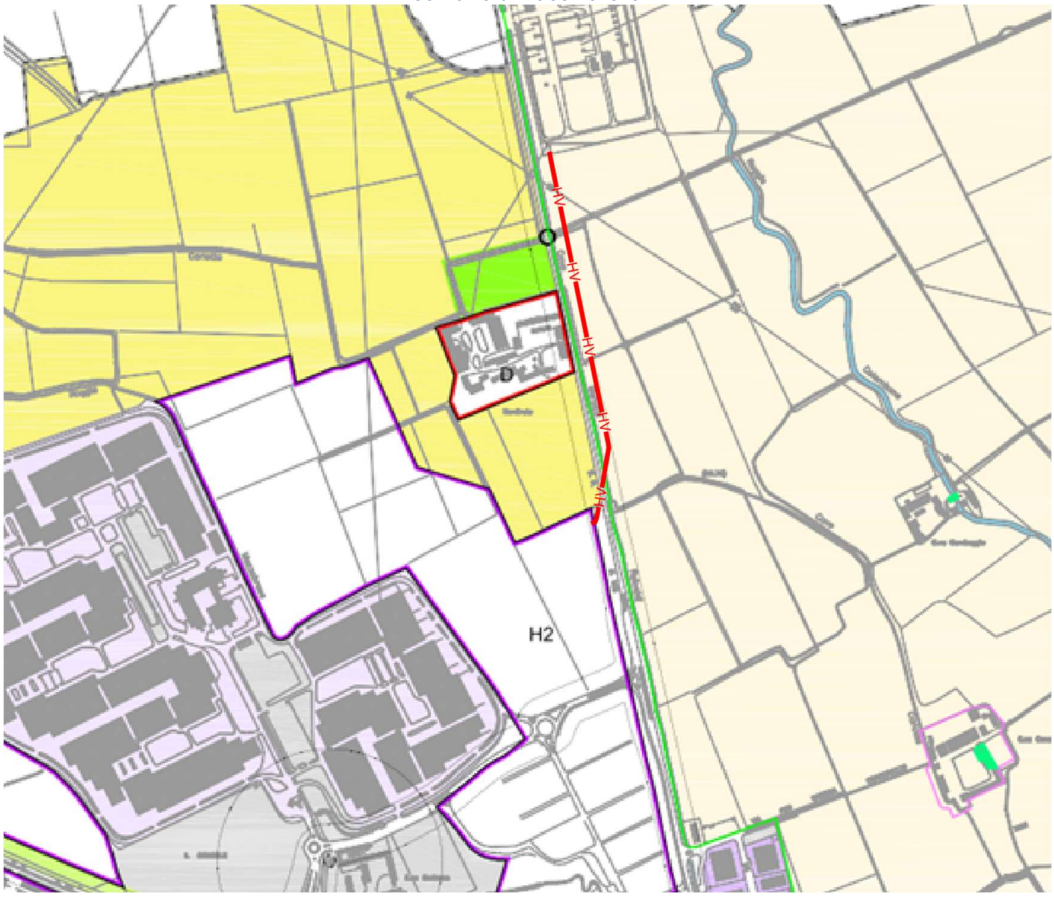
2.1 PGT del comune di Lacchiarella

Il Comune di Lacchiarella è dotato di Piano di Governo del Territorio approvato con delibera di Consiglio Comunale n° 22 del 24 luglio 2019.

Il collegamento in progetto si sviluppa in un'area agricola ricadente all'interno del PASM (Parco Agricolo Sud Milano), in posizione il più possibile marginale rispetto alle coltivazioni, con tracciato prevalentemente parallelo alla SP105, all'interno dei terreni agricoli attualmente non edificati. Il collegamento si sviluppa per circa 930 m, partendo dai terreni di proprietà Apto, proseguendo sotto la SP105 e attraversando i terreni agricoli fino al punto di connessione presso la stazione elettrica esistente Terna Lacchiarella 380/220 kV HVSS.

Le aree attraversate dall'elettrodotto sono "ambiti agricoli normali", quindi non aree agricole definite di particolare pregio. In corrispondenza del tracciato sono invece presenti alcune rogge e canali dotati di fascia di rispetto. Inoltre, il tracciato attraverserà un corridoio ecologico primario della REP: la realizzazione dell'elettrodotto non comporterà modifiche rilevanti in tali tratti e verrà adottata ogni misura per salvaguardare il valore naturalistico, ambientale e paesaggistico dei luoghi.

Figura 2-1: Estratto della Tavola RP.01 "Carta della disciplina delle aree" – Piano delle Regole del PGT del comune di Lacchiarella



Legenda e rimandi agli articoli delle NTA

- Delimitazione dei nuclei di antica formazione, IGM 1888 (art. 14)
- Zona A - residenziale di recupero del centro storico (art. 14)
- Edifici meritevoli di conservazione (art. 28)
- Zona B1 - prevalentemente residenziale a bassa densità (art. 15)
- Zona B2 - prevalentemente residenziale a media densità (art. 15)
- Zona B3 - prevalentemente residenziale ad alta densità (art. 15)
- Zona B/P - tessuto urbano consolidato produttivo (art. 16)
- B/PS — Zona B/PS - produttiva per depositi di oli minerali (art. 17)
- B/PL — Zona B/PL - per attività di logistica (art. 17)
- Zona B/T - tessuto urbano consolidato terziario (art. 18)
- Impianti per la distribuzione di carburante per autoveicoli (art. 25)
- Zona VP - tutela e sviluppo del verde privato (art. 19)
- Zona E - aree destinate all'agricoltura (art. 20)
- Aree non soggette a trasformazione urbanistica (art. 22)
- Zona destinata a servizi pubblici o di uso o interesse pubblico
- Piani Attuativi a destinazione residenziale vigenti non realizzati (art. 29)
- SUAP vigenti (art. 29)
- Tracciato stradale indicativo
- Rotatoria (dimensione indicativa)
- Sedime stradale e sue pertinenze
- Sedime ferroviario
- Corsi d'acqua principali
- Delimitazione delle zone di rispetto (art. 22)
- Fascia di salvaguardia del quadruplicamento ferroviario Milano Rogoredo - Pavia

Previsioni del Documento di Piano

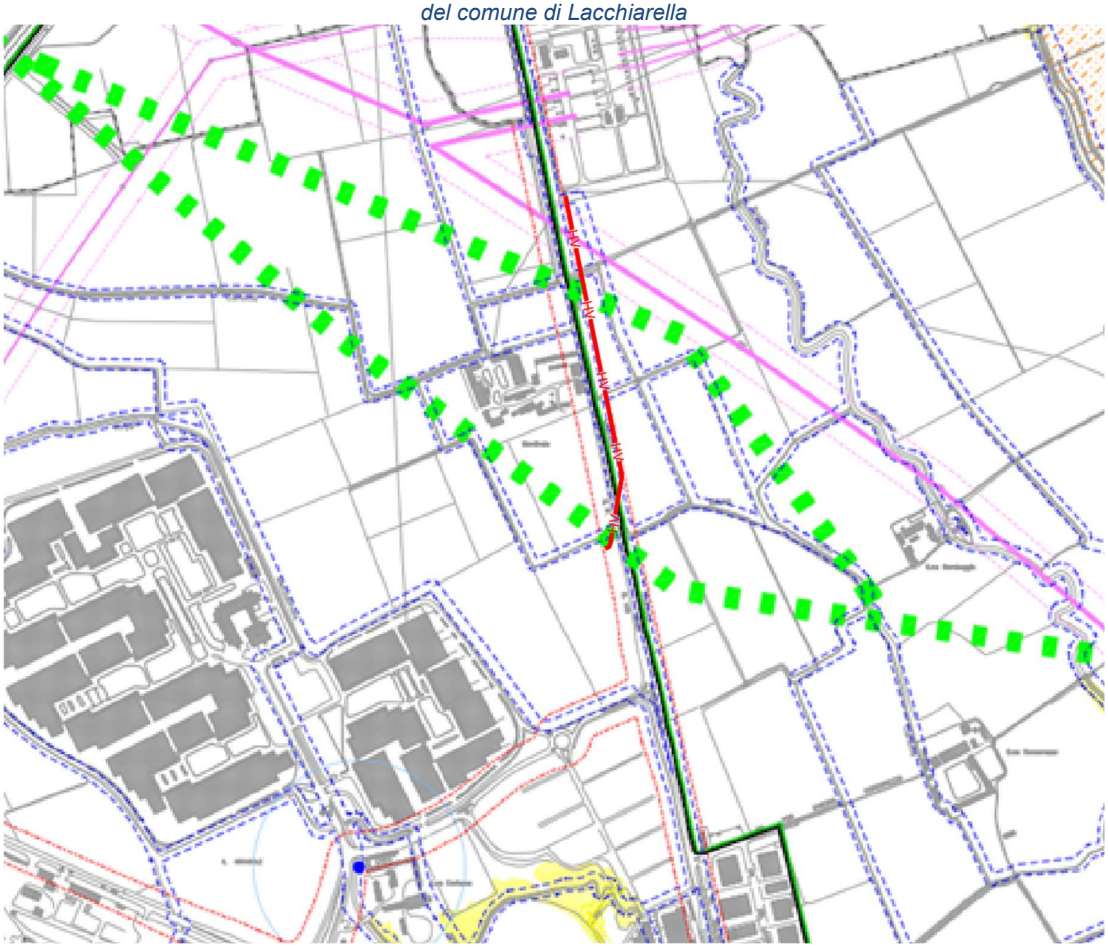
- Ambiti di trasformazione a destinazione residenziale
- H/K — Ambito di trasformazione a destinazione produttiva
- L — Ambito speciale a destinazione produttiva (ex OMAR)
- M — Ambiti di trasformazione per servizi privati di interesse generale

Parco Agricolo Sud Milano (PASM)

- Confine del PASM
- Territori del PASM in comune di Lacchiarella (art. 21)
- Nuclei rurali di interesse paesistico (art. 38 PTC)
- Insediamenti rurali di interesse paesistico (art. 39 PTC)
- Emergenze storico-architettoniche e manufatti della storia agraria (art. 40 PTC)

- Confine comunale

Figura 2-2: Estratto della Tavola DA.02 "Vincoli gravanti sul territorio comunale "– Documento di Piano del PGT del comune di Lacchiarella



Vincoli ambientali e monumentali

- Delimitazione dei nuclei di antica formazione, IGM 1888
- Fasce di rispetto del Reticolo idrico principale e minore: 10 m (*)
- Fascia di protezione del fontanile ex art. 34 NdA del PTCP 50m per la testa del fontanile e 25m per l'asta
- Fascia di protezione del fontanile ex art. 41 NdA del PTC del PASM 50m per la testa del fontanile e 10 m per l'asta
- Fascia di rispetto del Ticinello 100M. (art.42.4 NTA del PTC del PASM)
- Parco agricolo sud Milano (art.142.1 let. f Dlgs 42/04)
- SIC - IT2050010 "Oasi di Lacchiarella"
- Oasi di protezione LR 26/93
- Aree naturali protette L 394/91
- Zone di ripopolamento e cattura LR 26/93
- Corridoio ecologico primario (REP)
- Corridoio ecologico secondario (REP)
- Corridoio ecologico primario (RER)
- Corridoio ecologico comunale (REC)

Boschi (PIF 2016)

- Boschi non trasformabili
- Boschi trasformabili
- Alberi di interesse monumentale
  - Ag. 126 Quercus petraea n° esemplari 1
  - Ag. 127 Quercus petraea n° esemplari 1
  - Ag. 128 Quercus rubra n° esemplari 4
  - Ag. 129 Aesculus n° esemplari 1
  - Ag. 130 Populus nigra n° esemplari 4
  - Ag. 131 Salix alba n° esemplari 1
- Aree a rischio e/o rispetto archeologico (art 41 NtA PTCP)
- Isolati interessati dal vincolo ex art. 136 del D.lgs 42/2004

Vincoli da infrastrutture ed attività

- Fascia di rispetto cimiteriale
- Fascia di rispetto dei pozzi 10m. e 200
- Industria a Rischio di Incidente Rilevante (rif. ERIR)
- Aree di danno (rif. ERIR)
- Elettrodotto 132Kv (fasce di prima approssimazione di 40 m.)
- Elettrodotto 380Kv (fasce di prima approssimazione di 40 m.)
- Tracciato degli oleodotti
- Gasdotti fascie di rispetto da 20m a 12m
- Fascia di rispetto del depuratore (100 m. - Delibera C.I.T.A.I. del 4 febbraio 1977)
- Perimetro del centro abitato (art. 4 Dlgs 285/92)
- Fascia di rispetto stradale (art. 16 e 18 Dlgs 285/92)
- Fascia di rispetto della ferrovia
- Fascia di salvaguardia del quadruplicamento ferroviario Milano Rogoredo - Pavia

Documento semplificato del rischio idraulico (R.R. n°7 del 23/11/2017)

- Aree potenzialmente allagabili con inibizione di ogni nuova edificazione (misura strutturale di "Invarianza idraulica e idrogeologica".
- Confine comunale

* Tale fascia sussiste anche per tutti i corsi d'acqua presenti nel territorio comunale, in quanto, sino ad avvenuta approvazione dello Studio sul Reticolo Idrico Minore, vigono i vincoli definiti dal R.D. 368/1904 e del R.D. 523/1904.

2.2 Considerazioni conclusive relative agli aspetti programmatici

A seguito della definizione del tracciato finale dell'opera in progetto e nel corso dello sviluppo del progetto esecutivo delle opere di realizzazione si terrà conto di ogni prescrizione dei PGT e dei piani sovracomunali di coordinamento e protezione del territorio, con una verifica puntuale del rispetto di tutte le normative applicabili, con particolare attenzione a quelle di natura ambientale.

La caratteristica prescelta della tipologia di opere interrate senza realizzazione di manufatti emergenti in soprasuolo o dal piano campagna, colloca tali opere tra quelle non soggette a particolari prescrizioni; in aggiunta, il tracciato attraversa aree agricole non strategiche.

Per quanto riguarda le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, verrà predisposta apposita relazione geologica per verificare e dimostrare la compatibilità dei lavori proposti con l'assetto geologico-idrogeologico del sottosuolo, anche con specifico riferimento alla presenza nelle adiacenze di pozzi di prelievo d'acqua. La salvaguardia della vegetazione ripariale sarà adeguatamente considerata in fase di cantiere attraverso l'utilizzo della tecnica di trivellazione orizzontale controllata TOC, così come il rispetto della morfologia dei luoghi sarà garantito dal ripristino dell'area in cui saranno interrati i cavi elettrici.

Si provvederà inoltre a coordinare le opere con eventuali Enti proprietari di sottoservizi esistenti in attraversamento o comunque presenti nelle immediate adiacenze del tracciato prescelto.

Sebbene il tracciato intercetti alcuni beni paesaggistici (fascia di rispetto dei corsi d'acqua e Parco Agricolo Sud Milano), la realizzazione di cavi interrati rientra tra gli interventi esclusi dall'Autorizzazione Paesaggistica (Allegato A del D.P.R. 13/02/2017, n. 31, A.15).

L'attraversamento di fasce di rispetto (elettrodotti, gasdotti…) lungo il tracciato sarà esaminata puntualmente con l'ente comunale per evitare possibili interferenze con gli attuali utilizzi del territorio.

3 Inquadramento progettuale

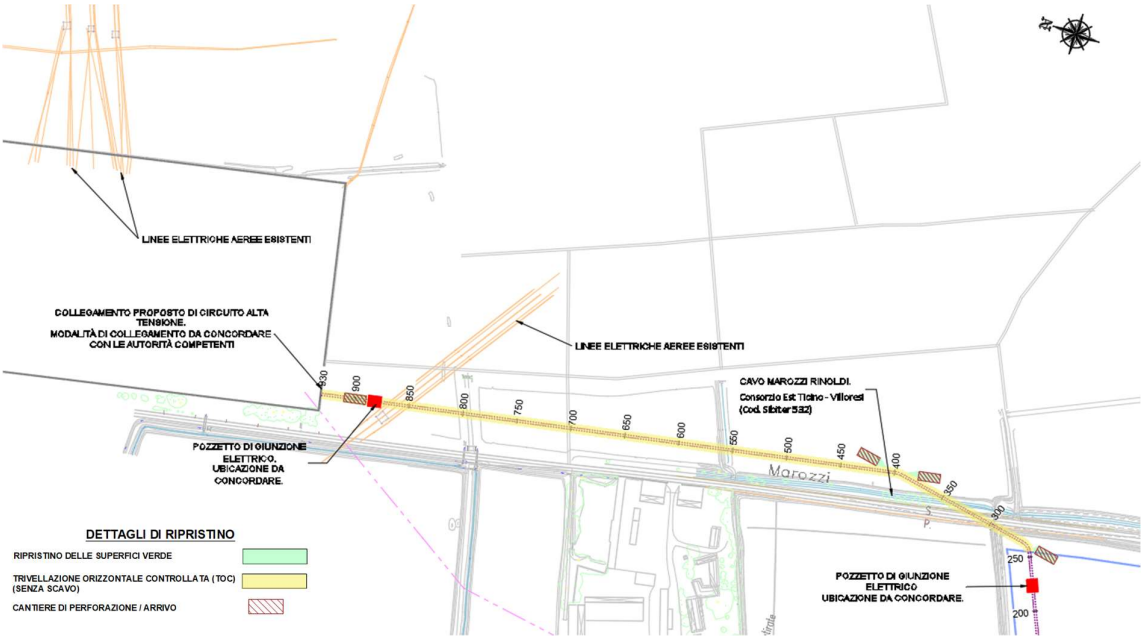
3.1 Piano generale

Il tracciato dell'alta tensione (HV) proposto ha una **lunghezza totale di circa 930 metri**. Il progetto privilegia metodi di installazione avanzati per ridurre al minimo i disagi e l'impatto ambientale. Il tracciato può essere suddiviso in tre segmenti principali:

- **Primi 250 metri**: realizzati con scavo tradizionale in trincea, con i primi 250 metri situati interamente all'interno di terreni di proprietà di Apto e quindi isolati dall'impatto pubblico.
- **Tratto centrale di 630 metri**: realizzato prevalentemente con **trivellazione orizzontale controllata (TOC)**, una tecnologia senza scavo scelta appositamente per attraversare sotto elementi sensibili come il canale Cavo Marozzi Rainoldi, strade pubbliche e terreni agricoli attivi, evitando così di disturbare gli strati superficiali e mantenendo l'integrità del paesaggio.
- **Ultimi 50 metri:** si torna allo scavo di trincea per l'installazione dei cavi e la connettività.

Figura 3-1 illustra il tracciato dettagliato del collegamento dell'HV e la sua relazione con i terreni, le caratteristiche sensibili e i punti di accesso.

Figura 3-1: Piano del tracciato dell'alta tensione



Il processo TOC prevede l'installazione di due fori paralleli (uno per ciascun circuito), ciascuno con un diametro di circa 700 mm e una profondità di 10 metri.

Questo approccio consente l'installazione dei cavi senza interferire con le strade di superficie, i corsi d'acqua o il terreno coltivato, migliorando sia la sicurezza che l'integrità a lungo termine delle infrastrutture. Si noti inoltre che il percorso HV è suddiviso in sezioni gestibili, con pozzi di giunzione intermedi installati dove necessario. Tutti i giunti e i pozzi saranno interrati e progettati per garantire accessibilità e sicurezza a lungo termine.

Nelle piccole sezioni in cui si prevede di utilizzare scavi, i condotti saranno collocati nella trincea scavata, riempiti con materiale del sito o altro materiale di riempimento idoneo e quindi ripristinati in superficie in base al tipo di terreno sovrastante (pavimentazione, terra o area verde). Le zone di costruzione temporanee saranno chiaramente segnalate e recintate per garantire la sicurezza del pubblico e dei lavoratori.

Tutte le aree interessate dai lavori saranno completamente riportate alle condizioni precedenti alla costruzione utilizzando terriccio locale e, se necessario, riseminando o ripristinando il paesaggio. Si precisa inoltre che i lavori di costruzione relativi al presente progetto sono **limitati al periodo compreso tra il 15 ottobre e il 30 marzo**. Tale calendario è in linea con la bassa stagione agricola locale, riducendo al minimo i disagi per le attività agricole e consentendo un rapido ripristino del sito al termine dei lavori.

Tutti i cavi saranno alloggiati in tubi di polietilene a doppia parete. In aree critiche, potranno essere prese in considerazione alternative quali condotti in acciaio o rinforzati. I cavi saranno ulteriormente protetti da un rivestimento in calcestruzzo e contrassegnati con nastro segnaletico per garantirne l'identificazione futura.

Qualora durante la costruzione o il funzionamento dovessero emergere risultati negativi, il progetto attuerà misure correttive e aggiornerà le valutazioni per garantire il rispetto delle norme ambientali e di sicurezza.

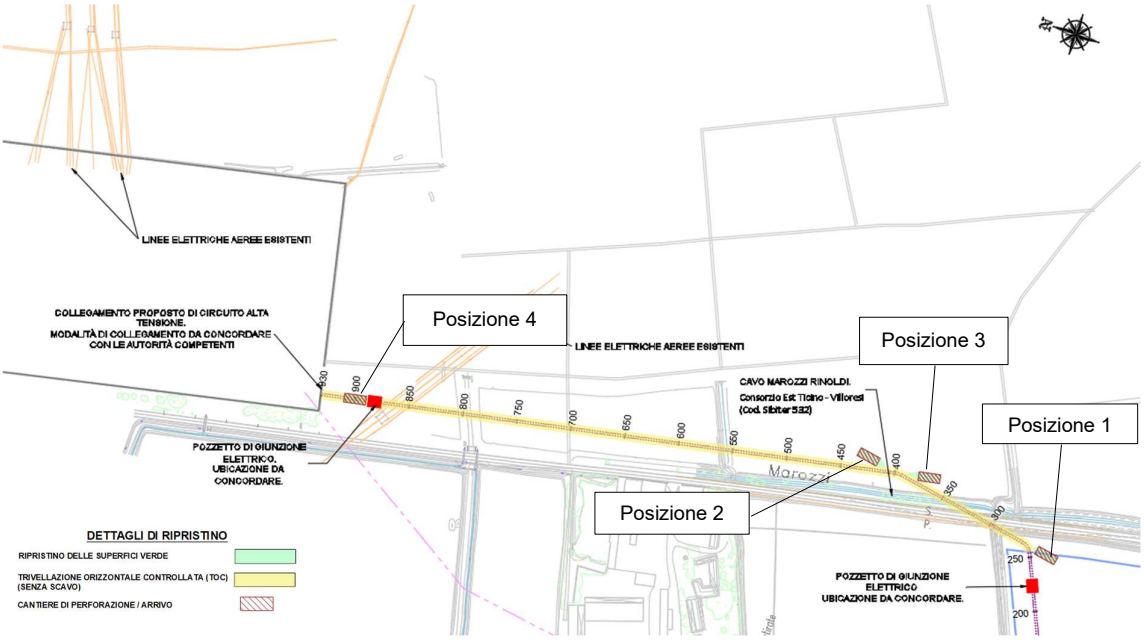
3.2 *Metodologia di costruzione*

La costruzione del tracciato sotterraneo ad alta tensione (HV) e del collegamento provvisorio è strutturata in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale, mantenere la qualità agricola e garantire l'efficienza operativa. La sequenza prevede sia lo scavo di trincee che la trivellazione orizzontale controllata (TOC), adattata alle limitazioni del sito e ai requisiti del progetto.

Sezioni di trivellazione orizzontale controllata (TOC)

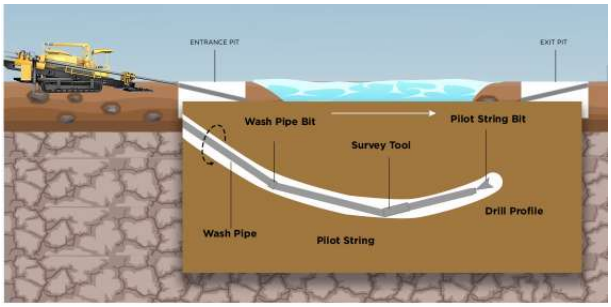
Verranno eseguiti 2 perforazioni. L'impianto di trivellazione TOC sarà mobilitato nella posizione 1 e perforerà in direzione della posizione 2 (fossa di ricezione). L'impianto di trivellazione sarà quindi trasferito alla posizione 3 per lanciarsi verso le posizioni 2 e 4.

Figura 3-2: Sezioni e posizioni dei fori

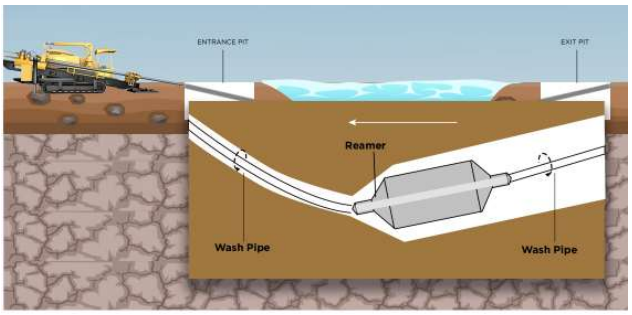


Fasi di esecuzione dell'TOC:

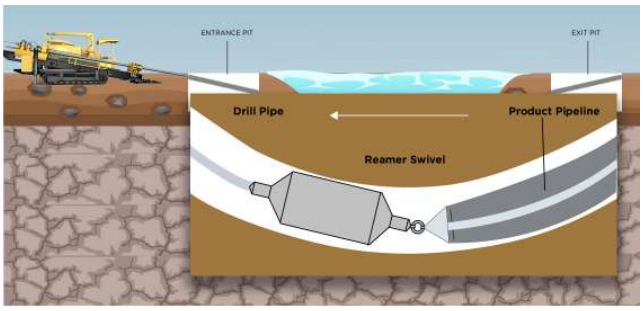
- **Allestimento del sito:**
  - Predisporre i cantieri sia nel pozzo di ingresso che in quello di uscita, in genere di 20x4 m ciascuno.
  - Installare recinzioni di sicurezza e separare il terriccio dal sottosuolo dove è necessario scavare.
- **Trivellazione del foro pilota:**
  - Una perforazione pilota guidata viene eseguita lungo il profilo progettato utilizzando attrezzature TOC.
  - Il foro pilota garantisce un allineamento preciso ed evita ostacoli (ad es. canali d'acqua, strade, terreni agricoli).



- **Alesatura:**
  - Il foro pilota viene allargato utilizzando alesatori di dimensioni progressivamente maggiori fino a raggiungere il diametro finale desiderato (circa 700 mm).
  - L'alesatura può richiedere più passaggi, soprattutto per fori lunghi o profondi.



- **Installazione del condotto (pull-back):**
  - Il condotto prefabbricato (o i condotti in fascio) viene fissato all'alesatore e tirato indietro attraverso il foro praticato.



- **Collegamento dei condotti:**
  - I condotti vengono uniti alle sezioni adiacenti e sigillati secondo necessità.
- **Tiraggio dei cavi:**
  - Una volta che il condotto è in posizione, i cavi elettrici vengono tirati attraverso utilizzando un argano, con un attento monitoraggio per evitare danni.
- **Restauro del sito:**
  - Le aree scavate nei pozzi di ingresso e di uscita vengono riempite con sottosuolo e successivamente ricoperte con terriccio.

- I cantieri vengono puliti e il terreno smosso viene riportato alle condizioni agricole originali.

Sezioni di scavo delle trincee

- Viene eseguito lo scavo iniziale per il posizionamento dei condotti, con il terreno agricolo superficiale separato dal sottosuolo per preservarne la qualità.
- I condotti vengono installati nella trincea, collegati ai segmenti adiacenti e protetti con nastro segnaletico e riempimento.
- La trincea viene riempita, sostituendo prima il sottosuolo e riportando il terriccio nella sua posizione originale.
- I cavi elettrici vengono quindi tirati attraverso i condotti installati.
- Il terreno in eccesso viene rimosso dal sito, i siti vengono puliti e l'area viene ripristinata per uso agricolo.

Collegamento e messa in servizio

- Il condotto e il cavo provvisori, installati tramite TOC dalla posizione 1 alla posizione 4, seguiranno la servitù concordata.
- Dalla Postazione 5 fino al pilone sul lato est, l'installazione utilizza metodi di posa in trincea a cielo aperto come indicato nella Figura 3-2.
- Il cavo provvisorio sarà collegato alla linea aerea presso il pilone, rimarrà in uso fino a quando la nuova stazione satellitare non sarà pronta, quindi sarà dismesso e riutilizzato per il percorso definitivo.
- Se il resto dell'installazione verrà mantenuto, diventerà proprietà dei concedenti proprietari del terreno.

Attrezzature tipicamente utilizzate

- Perforatrici TOC e alesatori
- Macchine movimento terra (escavatori, terne)
- Veicoli per il trasporto di materiali
- Argani per cavi e attrezzature di traino
- Recinzioni per cantieri e risorse per la gestione del traffico
- Presse per giunti e strumenti per il collegamento dei cavi

Ulteriori dettagli sul tracciato del percorso, sulla proposta di ripristino e sui piani di servitù di passaggio sono riportati nei disegni 24004A-CSE-00-XX-DR-C-3601 e 24004A-CSE-00-XX-DR-C-3301.

4 Inquadramento ambientale

4.1 Descrizione del sito

Il sito Schumacher è situato adiacente alla SP105 nel comune di Lacchiarella e occupa un'area verde di circa 27 ettari. Il terreno interessato dal Data Centre Campus è attualmente non edificato e utilizzato principalmente per attività agricole, con campi coltivati che si estendono su gran parte dell'area del progetto.

Il tracciato dell'alta tensione (HV) proposto ha inizio nel sito Schumacher, attraversa la SP105 e segue un percorso parallelo alla strada, attraversando terreni agricoli. Oltre ai terreni agricoli, il tracciato interseca il canale Cavo Marozzi Rainoldi, parte del sistema di supporto agricolo locale ai terreni agricoli circostanti.

La scelta del tracciato HV è stata guidata dalla necessità di ridurre al minimo l'impatto sull'uso del suolo esistente e sulle caratteristiche ambientali. Per evitare interferenze con la strada provinciale SP105 e il canale Cavo Marozzi Rainoldi, per questi attraversamenti è stato adottato l'uso della trivellazione orizzontale controllata (TOC). Questa tecnologia senza scavo consente di installare i condotti dei cavi sottoterra senza disturbare la superficie stradale, il canale o i terreni agricoli sovrastanti, preservando così sia le infrastrutture di trasporto che quelle di irrigazione e riducendo l'impatto sulle attività agricole.

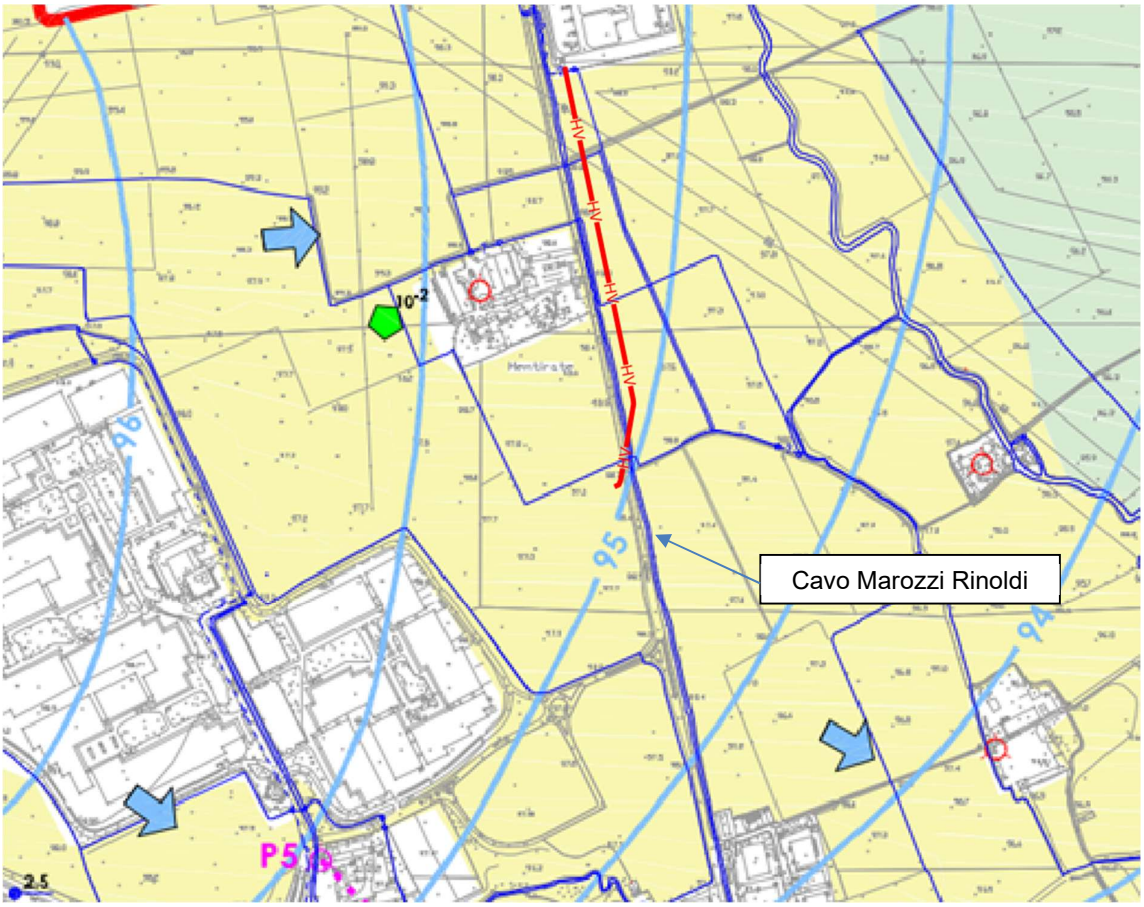
Nessun insediamento urbano, area naturale protetta o elemento paesaggistico significativo è direttamente interessato dal tracciato previsto. L'allineamento è stato progettato per rimanere all'interno dei terreni agricoli e alla periferia delle aree sviluppate, mantenendo così l'uso attuale del suolo ed evitando le zone sensibili.

Data la natura sotterranea dei lavori e il ripristino previsto dopo la costruzione, non si prevedono interferenze durature con le infrastrutture locali, le pratiche agricole o le caratteristiche ambientali. L'adozione della tecnologia TOC e dello scavo mirato garantisce che l'impatto ambientale e operativo sia ridotto al minimo durante tutte le fasi di costruzione e di esercizio del progetto.

4.2 Idrografia e Idrogeologia

L'area è interessata dalla presenza di alcuni cavi appartenenti al RIM (Comune di Lacchiarella) e del Cavo Marozzi Rainoldi (Consorzio Est Ticino – Villoresi, Cod. Sibiter 532).

Figura 4-1: Fiumi e canali



Fonte: CG del PGT di Lacchiarella

Per quanto riguarda l'ambiente idrico sotterraneo, la struttura idrogeologica della Pianura Padana è il risultato della sedimentazione plio-pleistocenica: i sedimenti basali sono di origine marina e prevalentemente rappresentati da limi e argille (Pliocene-Plestocene inf.), mentre quelli sommitali di origine alluvionale e fluvioglaciale sono caratterizzati da un'alternanza di ghiaie, sabbie, limi e argille (Pleistocene medio-sup.-Olocene).

Secondo le definizioni di M. Avanzini, G.P. Beretta, V. Francani e M. Nespoli, tale struttura idrogeologica è costituita dalla sovrapposizione di 5 unità:

- Unità ghiaioso-sabbiosa (Olocene-Pleistocene sup.)
- Unità ghiaioso-sabbiosa-limosa (Pleistocene med.)
- Unità a conglomerati e arenarie basali (Pleistocene inf.)
- Unità sabbiosa-argillosa (Pleistocene inf.- Villafranchiano sup. e Medio Auct.)
- Unità argillosa (Pleistocene inf.-Calabriano Auct.)

Le prime tre unità sono contraddistinte dalla progressiva prevalenza di terreni limosi-argillosi, riscontrabili sia con l'aumento della profondità sia procedendo da nord verso sud: nel primo caso quale conseguenza della modificazione dell'ambiente di deposizione (regressione marina con instaurazione di un ambiente deltizio-lagunare e, successivamente, alternanze di fasi glaciali con ambienti alluvionali-

fluvioglaciali), nel secondo caso a causa della diminuzione dell'energia di trasporto e dell e degli agenti deposizionali correlati ai coni fluvioglaciali pedemontani e ai corsi d'acqua ad essi associati (diminuzione della pendenza degli alvei procedendo da nord a sud).

Sempre nell'ambito dei depositi continentali, in media nei primi 100 metri nelle aree di media-alta pianura, si sviluppano acquiferi a granulometria grossolana di ottima potenzialità, sede di falde freatiche con alimentazione diretta dalle acque meteoriche e per irrigazione (acquifero tradizionale formato dalle prime tre unità), mentre più in profondità si riscontrano ulteriori acquiferi sabbiosi con falde confinate intercalate da depositi limosi-argillosi, alimentati dalle aree poste a nord e per scambi con gli acquiferi soprastanti, dove i livelli impermeabili risultano discontinui (acquiferi profondi dell'Unità sabbioso-argillosa).

Nelle aree di bassa pianura tale distinzione tende a scomparire, così come il riconoscimento dei vari depositi a diverso ambiente di sedimentazione sopra citati, ciò in ragione del citato affinamento della granulometria dei terreni e della prevalenza di livelli limoso-argillosi, ai quali si alternano strati più grossolani di sabbie e sabbie-ghiaiose già a partire dai primi metri di profondità.

In questo contesto, pertanto, l'acquifero tradizionale risulta come un complesso di falde semiconfinate o confinate a costituire un sistema multifalde che viene assimilato ad un monostrato acquifero. Il limite di separazione con gli acquiferi profondi, a causa della scarsità di dati derivanti dalle perforazioni di pozzi profondi, non è facilmente riconoscibile, tranne che nelle zone della media e alta pianura, dove i pozzi hanno raggiunto maggiori profondità. Nell'area milanese il limite è stato identificato alla profondità di 100-110 m e quindi, in considerazione di questo dato, è presumibile dedurre che gli acquiferi profondi, nell'area di interesse, possano trovarsi a profondità maggiori di 110-120 m (Figura 4-2).

La ricostruzione idrogeologica risulta costituita da tre probabili acquiferi principali:

- 1° Acquifero: esteso da 0,0 a 13-15 metri di profondità, costituito da ghiaie e sabbie con subordinate lenti limose e argillose. Tra 13-15 metri sono a 18-20 metri da p.c. si individua un livello piuttosto continuo di argille e sabbie fini;
- 2° Acquifero: in comunicazione con l'acquifero superiore, costituito da sabbie e ghiaie con lenti di limo e argilla ad andamento laterale, molto discontinuo fino a circa 57-60 metri di profondità. Al di sotto si rinviene un livello molto continuo di argille grigie, per uno spessore di oltre 10 metri con presenza di torbe;
- 3° Acquifero: costituito da sabbie e ghiaie molto fini, a carattere artesiano.

Più in dettaglio l'area d'intervento risulta caratterizzata da una struttura idrogeologica costituita da un acquifero superiore costituito da limi e sabbie fini, con subordinate lenti argillose ad andamento laterale discontinuo. L'acquifero profondo è costituito da sabbie e ghiaie molto fini, a carattere artesiano.

L'andamento delle isofreatiche denota un flusso principale con direzione da nord-ovest verso sud-est.

Il gradiente della falda è piuttosto omogeneo, con un valore medio di circa 0,008. Il gradiente piezometrico non è costante, ma connesso principalmente alle caratteristiche litologiche, alle diverse velocità di movimento (materiali fini per basse velocità, materiale grossolano per alta velocità), alla presenza di cavi, rogge e canali che possono disperdere le loro acque nel sottosuolo (es. aumenta in corrispondenza della Roggia Ticinello, che ha un effetto drenante), e infine, e non di minor importanza, alla tipologia di uso del suolo (Figura 4-3).

La falda risulta interessata da una sostanziale stabilità delle oscillazioni legate all'azione regolatrice svolta dai principali canali artificiali e naturali. Infatti, essendo il territorio comunale di Lacchiarella, ubicato a sud della linea dei fontanili, le oscillazioni verso l'alto del livello della falda sono "controllate" dalla maggiore emissione di acqua da parte del sistema dei fontanili. Tale acqua viene poi smaltita dall'effetto "trincea drenante" svolto dai numerosi canali scolatori.

In base a tale considerazione, e in funzione dei dati idrogeologici storici acquisiti dal settore della Città Metropolitana di Milano, è stato possibile definire l'oscillazione massima della falda nell'arco dell'anno di non oltre un metro, con un minimo nel periodo marzo-aprile, ed un massimo nel periodo giugno-agosto. Occorre considerare che negli ultimi anni il sistema della fascia dei fontanili ha subito modifiche in seguito alla sempre più intensa attività industriale e all'urbanizzazione che hanno portato ad un intensificato sfruttamento delle acque sotterranee. Tale sfruttamento ha prodotto un generale abbassamento del livello della falda nel settore milanese, con conseguente estinzione di alcuni fontanili.

Attualmente nel comune risulta presente un solo fontanile attivo: si tratta del Fontanile Pilastrello, ubicato nella porzione nord-ovest del comprensorio comunale.

Per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo sono state utilizzate le stratigrafie dei pozzi per acqua potabile anche dei comuni di Zibido San Giacomo e Assago. Con tali elementi si è realizzata una sezione idrostratigrafica con andamento nord – sud, attraverso i Comuni di Assago e Zibido San Giacomo, sino alla frazione Badile. Dall'osservazione della sezione (Figura 4-4), si può notare come i litotipi prevalenti siano costituiti da ghiaie e sabbie, con una buona presenza di orizzonti argillosi che sembrano mostrare una certa continuità laterale a partire dai 50 metri di profondità; nei primi metri sono prevalenti le sabbie e le ghiaie con sporadici ciottoli alternati a livelli metrici di argille.

Figura 4-2: Misura della quota piezometrica – Soggiacenza al P.C.

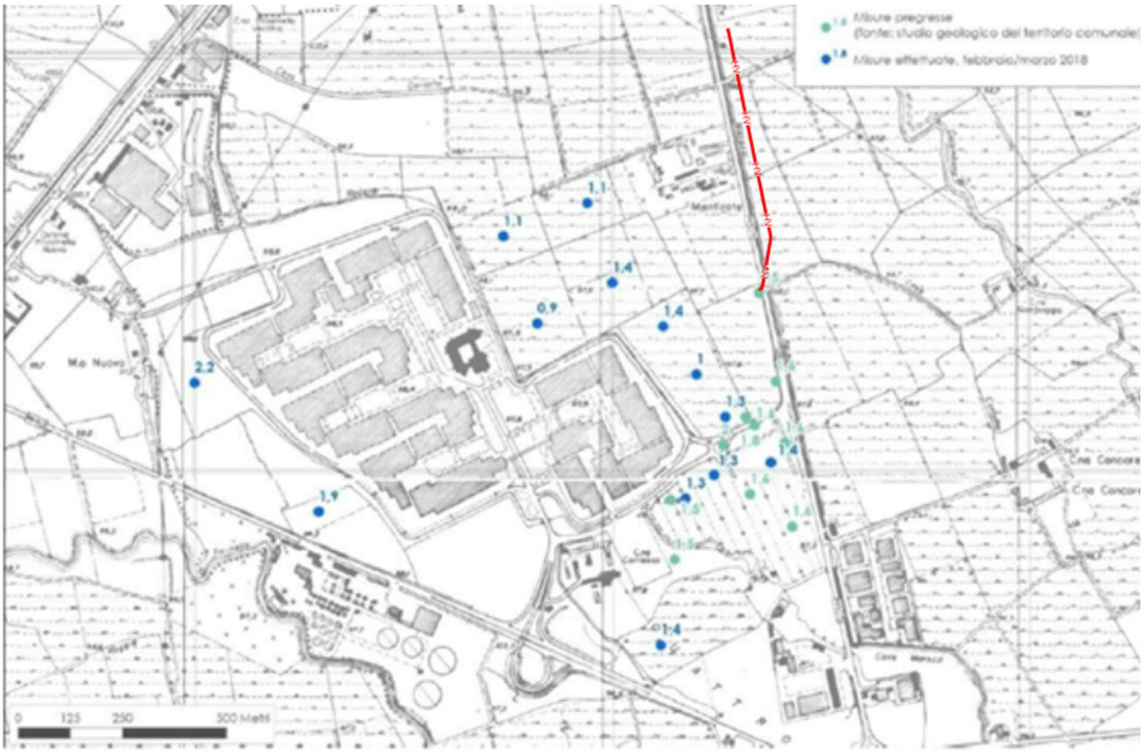


Figura 4-3: Andamento medio della piezometria superficiale

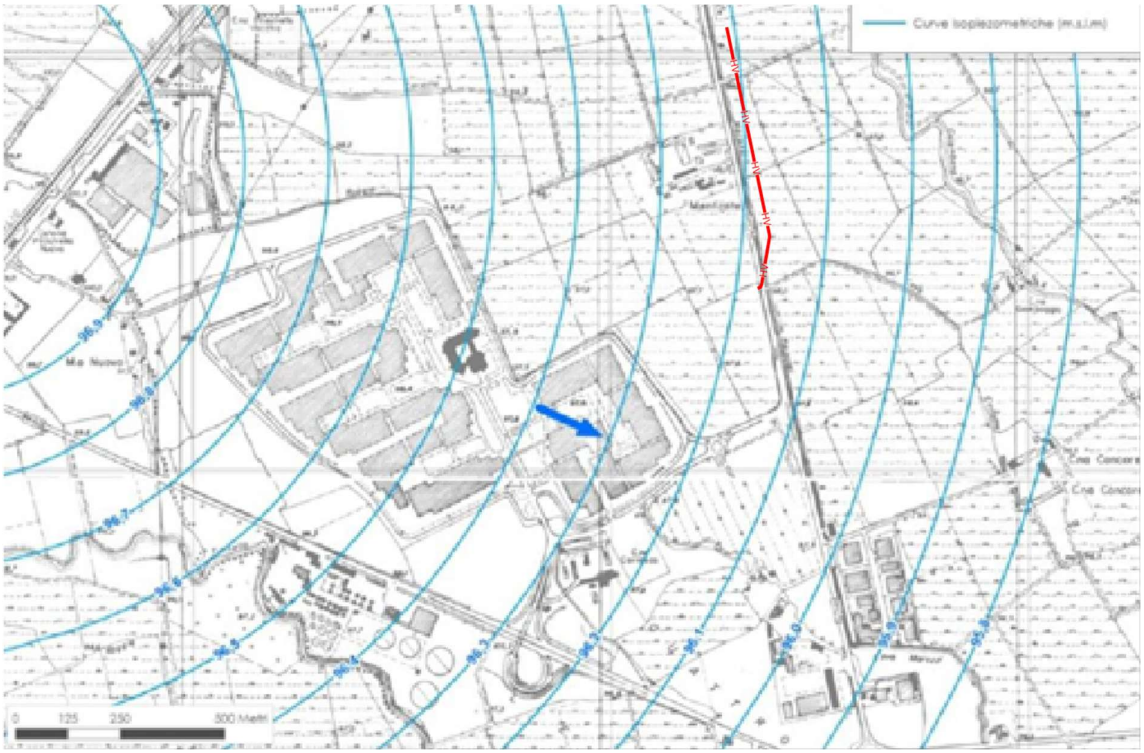
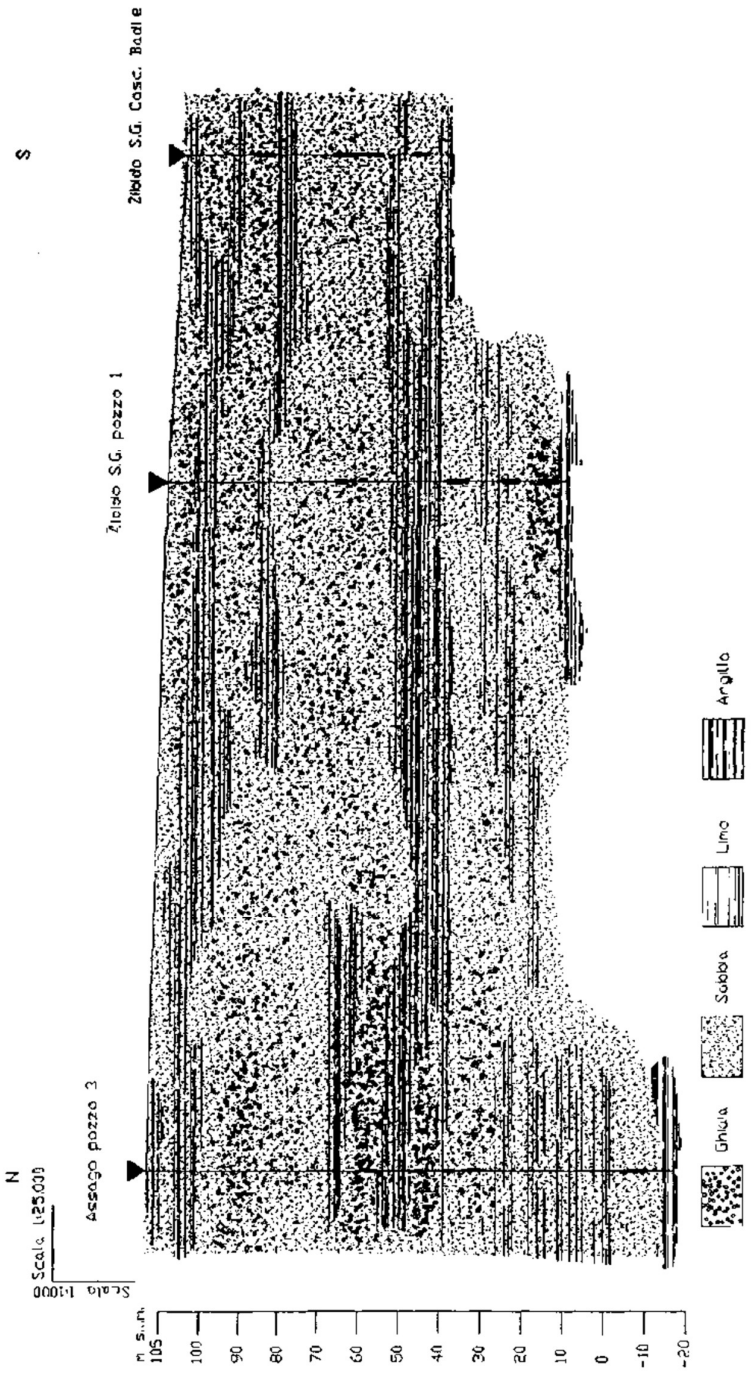


Figura 4-4: Sezione idrostratigrafica con andamento nord-sud



I caratteri idraulici dei terreni nel sottosuolo determinano il ruolo che i diversi corpi sepolti giocano all'interno dei meccanismi di circolazione sotterranea, di alimentazione delle falde idriche in senso verticale ed orizzontale, di possibilità di contaminazione delle stesse da parte di prodotti derivanti dai diversi tipi di attività antropica. Per valutare le caratteristiche idrauliche si fa generalmente riferimento,

ai parametri di permeabilità, conducibilità idraulica, trasmissività e porosità. Questi parametri possono essere ricavati da misurazioni dirette in sito, da misurazioni dirette in laboratorio o indirettamente da indagini di tipo geofisico, da prove effettuate nel corso di sondaggi geognostici effettuati nel 2019, da informazioni di tipo litologico.

Si è ottenuta dapprima la distribuzione della percentuale di argilla contenuta nell'orizzonte del sottosuolo posto al di sopra dei filtri dei pozzi per acqua della zona (in questo caso, circa 40 metri): questa caratteristica può essere ragionevolmente utilizzata per valutare il grado di protezione delle risorse nei confronti di inquinanti provenienti dalla superficie. Si è quindi calcolata la portata specifica dei pozzi, che dimensionalmente corrisponde al rapporto tra portata emunta durante il collaudo e il corrispondente abbassamento del livello statico in tal modo causato. Da questa grandezza è possibile calcolare valori di trasmissività e quindi di permeabilità, ma in mancanza di valori misurati sperimentalmente con metodi diretti, le informazioni in tal modo ricavabili hanno valore relativo, nel senso che descrivono la variabilità dei parametri, ma non in modo affidabile i loro valori assoluti.

La distribuzione della percentuale di argilla nei primi 40 metri di profondità è pressoché omogenea: il valore della percentuale di argilla ha un massimo nella zona nord orientale del comune (circa il 40%) e gradatamente diminuisce verso sud ovest dove raggiunge valori tra il 10 e il 20%.

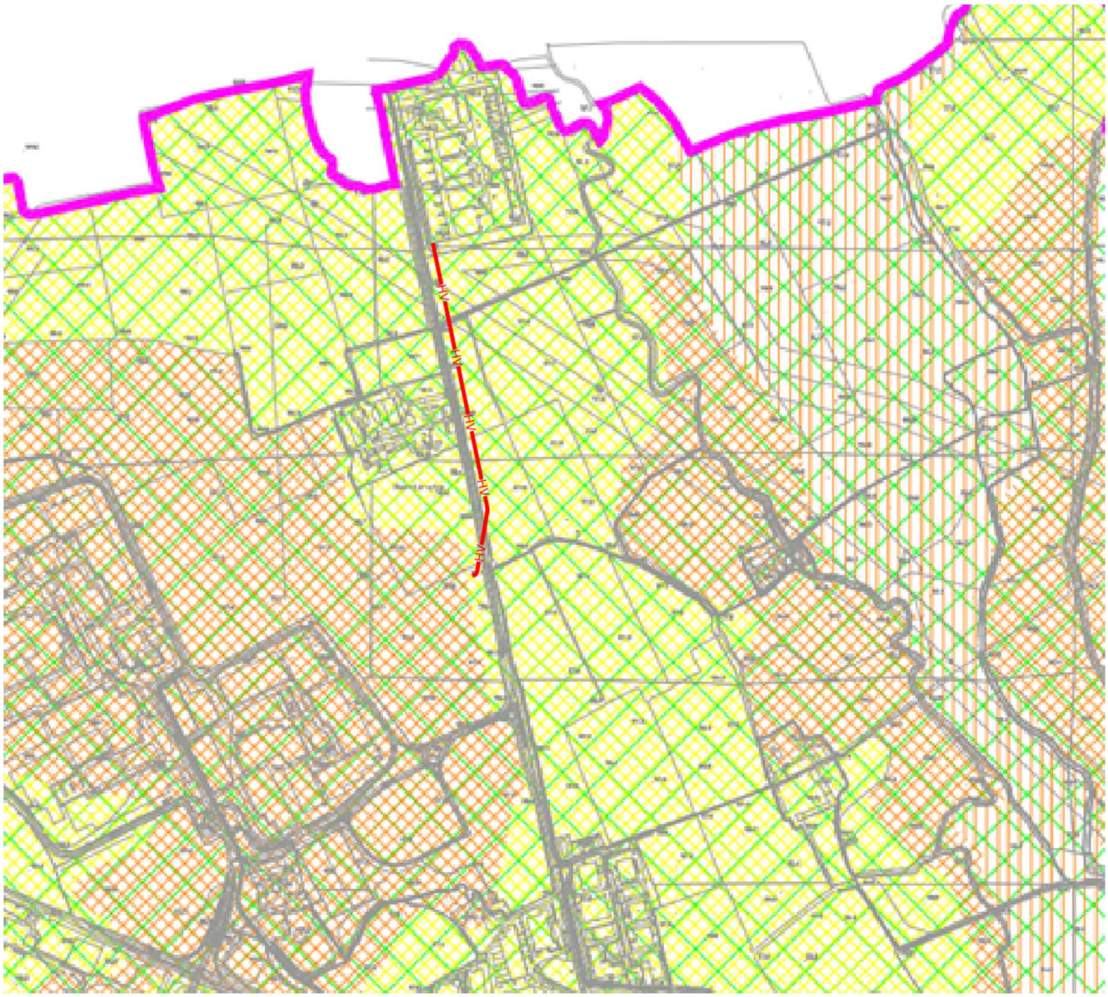
La distribuzione della portata specifica, come riportata nello *"Studio idrogeologico della pianura compresa tra Adda e* Ticino", è abbastanza omogenea: i valori calcolati per i pozzi della zona ricadono nell'intervallo 10-30 l/s*m. Tali valori, che vanno considerati medio-bassi, possono comunque rendere conto della velocità del flusso sotterraneo e in tal modo essere considerati proporzionali sia alla potenzialità dell'acquifero, sia, in senso negativo, all'attitudine dell'acquifero a trasmettere contaminazioni. Tali valori, dato che le tratte filtranti sono posizionate all'interno della prima litozona, vanno considerati relativi all'acquifero principale.

In merito alla fattibilità geologica, l'analisi delle aree pericolose dal punto di vista della stabilità dei versanti, delle aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico e idraulico, l'analisi delle aree ricadenti all'interno delle fasce fluviali delimitate dal PAI e l'analisi delle caratteristiche geotecniche dei terreni consente di caratterizzare l'ambito dal punto di vista delle classi di fattibilità, con riferimento alle seguenti classi:

Classe	Descrizione
1	Fattibilità senza particolari limitazioni
2	**Fattibilità con limitazioni modeste**
3	Fattibilità con limitazioni consistenti
4	Fattibilità con gravi limitazioni

L'ambito di intervento è inserito in gran parte nella **Classe 2** - **Fattibilità con modeste limitazioni** (Figura 4-5).

Figura 4-5: Classe di fattibilità geologica



CLASSE II
Comprende le aree in cui sono state rilevate modeste condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, quali la limitata soggiacenza della falda, che in tali aree si attesta a più di 2,5 - 3,0 metri di profondità dal piano campagna locale.

CLASSE III
in questa classe ricadono le zone in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa

SOTTOCLASSE III a
caratterizzata dalla presenza, entro almeno i primi 2,5 metri di profondità, di terreni che presentano scadenti caratteristiche geotecniche a componente prevalentemente limosa e argillosa che comporta una limitata capacità portante dei terreni

SOTTOCLASSE III b
la soggiacenza della falda si attesta a profondità inferiori a 2,5 metri dal piano campagna locale, determinando un elemento di limitazione in caso di progetti edificatori che comportino la realizzazione di cantine, piani interrati o garage sotterranei

SOTTOCLASSE III c
aree ove la falda si attesta in prossimità del piano campagna (- 0,50 m _ - 1,0 m), soprattutto durante i periodi di irrigazione per le pratiche agricole, nei quali il livello della falda si alza decisamente

SOTTOCLASSE III d
aree caratterizzate dalla presenza, entro almeno i primi 2,5 metri di profondità, di terreni che presentano scadenti caratteristiche geotecniche a componente prevalentemente limosa e argillosa che comporta una limitata capacità portante dei terreni e dalla presenza della falda in prossimità del piano campagna (- 0,50 m _ - 1,0 m), soprattutto durante i periodi di irrigazione per le pratiche agricole, nei quali il livello della falda si alza decisamente

CLASSE IV
In tale aree si hanno gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso. E' esclusa qualsiasi nuova edificazione.

SOTTOCLASSE IV a
comprende le fasce di rispetto dei fontanili e si estende per un minimo di 50 metri misurati dall'orlo della testa (NTA - PTCP Milano, Ottobre 2003) e con una fascia non inferiore a 25 metri lungo l'asta (NTA - PTCP Milano, Ottobre 2003).

SOTTOCLASSE IV b
in questa sottoclasse ricadono gli specchi d'acqua e le zone di emergenza della falda in quanto rendono estremamente vulnerabile la falda oltre ad una fascia esterna ad essi di estensione lineare pari a 10 metri.

SOTTOCLASSE IV c
questa sottoclasse comprende le aree classificate come allagabili a seguito di abbondanti piogge, destinate al deflusso delle acque di esondazione della Roggia Ticinello e non soggette ad edificazione.

ZONE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE

Z4a - Zona con presenza di depositi alluvionali.
Fa calcolato < Fa di soglia

4.3 Terreno di scavo

La metodologia di costruzione del nuovo tracciato HV è stata progettata per gestire lo scavo e il ripristino del terreno in conformità con le migliori pratiche e tutti i requisiti normativi applicabili. Durante i lavori di scavo saranno intraprese le seguenti misure:

1. Durante lo scavo, lo strato superficiale del terriccio agricolo sarà accuratamente separato dagli strati sottostanti del sottosuolo. Questa misura garantisce la conservazione della qualità del suolo per il suo eventuale ripristino e favorisce il mantenimento della destinazione agricola del sito.
2. Una volta completata l'installazione dei cavi, il terriccio conservato sarà riutilizzato per il ripristino finale di tutte le aree interessate, riportando il terreno alle condizioni agricole originali, per quanto possibile. Ove fattibile, una parte del sottosuolo scavato rimanente potrà essere utilizzata anche per riempire la trincea o le fosse di ingresso/uscita dell'TOC.
3. Il materiale di scavo in eccesso che non può essere riutilizzato in loco per il ripristino o il riempimento sarà trasportato e smaltito in un sito autorizzato. La destinazione precisa per lo smaltimento fuori sito sarà determinata una volta effettuate le analisi di laboratorio del terreno di scavo e confermata l'idoneità del sito di smaltimento al momento dei lavori.

Conformità normativa e controlli della qualità del suolo

La gestione e il riutilizzo dei terreni di scavo saranno conformi al quadro normativo vigente, in particolare **al Decreto Presidenziale n. 120/2017** ("Regolamento in materia di gestione semplificata dei terreni e delle rocce di scavo") e alle disposizioni applicabili del **Decreto Legislativo n. 152/2006** e successive modifiche.

In conformità con tali norme:

- Solo i terreni non contaminati e i materiali naturali conformi ai valori limite stabiliti nell'Allegato 5, Tabella 1, Colonna A o B (a seconda della destinazione d'uso del terreno) potranno essere riutilizzati in loco. In presenza di materiale di riempimento, saranno effettuate ulteriori prove di lisciviazione secondo la norma UNI 10802-2004 per valutare il rischio di contaminazione delle acque sotterranee.
- Il terreno destinato allo smaltimento fuori sito sarà sottoposto a:
    - Verifica delle caratteristiche di pericolosità ai sensi dell'Allegato D al D.Lgs. 152/06;
    - Verifica dell'ammissibilità dei rifiuti allo smaltimento in discarica ai sensi del Decreto Ministeriale del 27 settembre 2010.
- Il materiale di scavo che non soddisfa i requisiti di legge per il riutilizzo non contaminato sarà gestito come rifiuto e trasferito di conseguenza a impianti autorizzati.

Tutte le attività di gestione del suolo saranno monitorate e documentate, con certificati analitici conservati a fini normativi e di garanzia del progetto.

4.4 Impatti potenziali

Di seguito è riportata una valutazione qualitativa preliminare dei potenziali impatti durante le fasi di costruzione e di esercizio previsti dopo il completamento del nuovo collegamento elettrico per il futuro Schumacher Campus.

4.4.1 Fase di costruzione

Di seguito è riportata una sintesi degli impatti previsti nella fase di costruzione per il percorso dell'alta tensione.

Componente	Potenziale impatto	Misure di mitigazione proposte	Impatti residui	Significatività
Qualità dell'aria	**- Emissioni di NOx, COV, CO e polveri provenienti da macchinari edili e veicoli - Polveri sollevate dagli scavi e dai movimenti di terra**	**- Limitare la velocità dei veicoli - Limitare il fronte di scavo - Bagnare il terreno in condizioni di vento - Evitare cumuli di terra troppo alti - Manutenzione ordinaria delle attrezzature e riduzione al minimo dei tempi di inattività**	**Aumenti minori, di breve durata e localizzati di polveri/emissioni, limitati al sito**	**Trascurabile**
Acque superficiali e sotterranee	**- Modifiche temporanee al drenaggio superficiale - Possibile alterazione minore delle acque sotterranee in caso di intercettazione delle falde acquifere**	**- Utilizzo di TOC per l'attraversamento di canali e strade - Ripristinare il drenaggio esistente dopo i lavori - Evitare la creazione di canali preferenziali per il deflusso dell'acqua**	**Temporaneo e localizzato; rischi ridotti al minimo in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua; flusso idrico sostanzialmente inalterato**	**Trascurabile**
Suolo e sottosuolo	**- Alterazione temporanea della struttura del suolo - Perdita/disturbo dello strato superficiale del suolo - Modifica a breve termine dell'uso del suolo**	**- Separazione/stoccaggio dello strato superficiale del suolo per il ripristino - Ripristino del terreno alle condizioni preesistenti dopo i lavori - Ridurre al minimo la lunghezza degli scavi; utilizzare TOC ove possibile**	**Temporaneo, reversibile e limitato al corridoio; terreno riportato all'uso agricolo dopo la costruzione**	**Trascurabile**
Rumore	**- Aumento del rumore causato da TOC, scavi, veicoli, in**	**- Limitare i lavori alle ore diurne - Evitare inutili tempi di inattività**	**Minori, di breve durata e reversibili; basso potenziale di**	**Basso**

	particolare in prossimità di abitazioni rurali sensibili	**- Operare in brevi sezioni sequenziali**	**disturbo grazie alla posizione rurale**	
Biodiversità	**- Disturbo/rimozione della vegetazione - Spostamento temporaneo di piccola fauna**	**- Controlli ecologici pre-costruzione - Ridurre al minimo lo sgombero, ripristinare la vegetazione autoctona/il terriccio**	**Trascurabile; prevalentemente terreni agricoli con bassa biodiversità; gli impatti sono di breve durata e localizzati**	**Trascurabile**
Traffico	**- Interruzione temporanea del traffico locale, in particolare in prossimità della SP105**	**- Lavori in fasi; coordinamento con le autorità - Utilizzare una segnaletica chiara - Lavorare in tratti brevi**	**Temporanea e localizzata nell'area di lavoro; rapido ripristino del normale flusso del traffico dopo la fine dei lavori**	**Bassa**
Salute pubblica	**- Effetti indiretti dovuti a polvere, rumore, aumento temporaneo del traffico**	**- Tutte le misure di mitigazione relative all'aria, al rumore e al traffico sono state implementate**	**Minori, limitati al periodo di lavoro e al sito; non si prevedono impatti significativi sulla salute**	**Trascurabile**

In termini di aree interessate in terreni di terzi, si stima quanto segue:

Area		Utilizzo	Area totale (m^2)	Aree interessate dalla fase di costruzione (m^2)			Area interessata
				Area TOC*	Area scavo fossa	Area scavo trincea	Percentuale
Area pubblica		paesaggio, strada, canale	n/a	545	340	0	N/A
Foglio 4	**Mappa 1**	campo agricolo	32060	2250	185	0	0,58%
Foglio 1	**Mappa 19**	campo agricolo	9970	1260	0	0	0,00%
Foglio 1	**Mappa 18**	campo agricolo	4860	950	0	0	0,00%
Foglio 1	**Mappa 7**	campo agricolo	7870	920	160	0	2,03%

*nessun impatto sull'uso delle superfici

4.4.2 Fase operativa

Durante la fase operativa, l'installazione dei cavi sotterranei ad alta tensione non dovrebbe avere alcun impatto significativo sull'ambiente circostante. Poiché la linea elettrica è interamente interrata, non vi saranno alterazioni permanenti dell'uso del suolo esistente. Tutte le aree interessate dai lavori di costruzione saranno completamente ripristinate alle condizioni originali al termine dei lavori, consentendo il proseguimento dell'uso agricolo del terreno, ad eccezione delle restrizioni relative agli scavi profondi direttamente sopra il corridoio dei cavi.

L'unica limitazione permanente sarà la restrizione di futuri scavi profondi o attività di costruzione che potrebbero interferire con la posizione dei cavi sotterranei. Le attività in superficie, comprese quelle agricole, potranno proseguire senza ostacoli.

Per quanto riguarda i campi elettromagnetici, si applicano le seguenti considerazioni:

- Per i cavi HV sotterranei, il campo elettrico esterno è trascurabile e non si estende oltre la trincea dei cavi. Di conseguenza, il limite di esposizione normativo di 5 kV/m è intrinsecamente rispettato.
- Il campo magnetico risultante in superficie e in corrispondenza dei recettori tipici dovrebbe rimanere ben al di sotto dell'obiettivo di qualità di 3 μT specificato nel decreto del Primo Ministro dell'8 luglio 2003, in particolare grazie alla profondità di interramento (circa 10 metri) e alla configurazione dei cavi.
- Durante la fase di progettazione definitiva, saranno riesaminate le distanze da eventuali recettori sensibili e, se necessario, saranno effettuate ulteriori valutazioni o adottate misure di mitigazione per garantire il rispetto continuo di tutti i requisiti di legge.

In sintesi, **non si prevedono impatti negativi a lungo termine durante la fase operativa** del progetto e l'infrastruttura può essere considerata pienamente compatibile con l'uso attuale e futuro del terreno interessato.

Clifton Scannell Emerson Associates Limited, Civil & Structural Consulting Engineers
3rd Floor The Highline, Bakers Point, Pottery Road, Dun Laoghaire, Co Dublin, Ireland A96 KW29

T. +353 1 288 5006 E. info@csea.ie W. www.csea.ie